

Gemeinde Näfels

Steinschlagschutz EW Näfels - Überarbeitung der Gefahren- karte

Vorprojekt

Technischer Bericht

Auftraggeber:

Entwurf 11.1.10

EW Näfels
8752 Näfels

Auftrag Nr.: 637
Objekt Nr.: 637-1
Ziegelbrücke, 11.01.2010

A.+T. MARTY AG
Beratende Ingenieure
Bau Umwelt Energie

Ziegelbrückstr. 60
8866 Ziegelbrücke
Tel. 055 617 27 17
Fax 055 617 27 18

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	2
1.1	Problemstellung	2
1.2	Auftrag und Zielsetzung	2
1.3	Ausgeführte Arbeiten	2
1.4	Abgrenzung	3
1.5	Verwendete Unterlagen	3
2.	Untersuchungsgebiet.....	3
2.1	Topographische Verhältnisse.....	3
2.2	Geologische und tektonische Verhältnisse.....	5
3.	Ereignisanalyse	6
3.1	Bekannte Sturzereignisse	6
3.2	Sturzphänomene	8
3.3	Synthese – Szenarien im Wirkungsraum.....	9
4.	Wirkungsanalyse	11
4.1	Methode	11
4.2	Intensitätskarten	13
4.3	Gefahrenkarte.....	16
5.	Risikobetrachtung	18
6.	Massnahmenplanung.....	18
6.1	Grundsätzliche Überlegungen zum Massnahmenkonzept	18
6.2	Massnahmen und Schutzziele	19
6.3	Rahmenbedingungen	19
6.3.1	Einwirkende Prozesse.....	19
6.3.2	Topographie	19
6.3.3	Risiken und Grenzkostenbetrachtung.....	20
6.4	Massnahmenvorschläge	20
6.4.1	Massnahme 1: Schutz des nördlichen EW-Bereiches (Baracke)	22
6.4.2	Massnahme 2: Schutz des mittleren EW-Bereiches (Zentrale).....	22
6.4.3	Massnahme 3: Schutz des südlichen EW-Bereiches (Werkhof)	22
6.4.4	Massnahme 4: Schutz der Lager- und Vorplätze Forst bis Transport Kälin.....	23
6.4.5	Massnahme 6: Schutz Portal Felsenkeller.....	23
6.4.6	Massnahme 7: Schutz Pistolenstand.....	24
7.	Zusammenfassung und weiteres Vorgehen	25

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Das Gelände des im südwestlichen Gemeindegebiet von Näfels gelegenen Elektrizitätswerks Risi ist regelmässig von gefährlichen Steinschlägen betroffen, zuletzt im Sommer 2009. Die Gefährdung geht von den Felswänden und den steilen Hangflanken zwischen Bösrütt und Tränggibach aus. Weiterhin befinden sich im betrachteten Gebiet zahlreiche Industriebauten, ein Schiessplatz sowie eine nicht mehr aktive Deponie und der aufgegebene Steinbruch Risi.

In der Gefahrenkartierung von Staubli, Kurath & Partner AG aus dem Jahre 2002 werden für die betrachteten Gebiete erhebliche und mittlere Gefährdungen durch Sturzprozesse ausgedrückt.

Das EW Näfels erweiterte im Jahre 2008 ihre Betriebsgebäude. Die Baubewilligung wurde von den zuständigen kantonalen Behörden und der Gemeinde mit der Auflage erteilt, dass geeignete Objektschutzmassnahmen gegen die Sturzprozesse zu realisieren sind.

1.2 Auftrag und Zielsetzung

Das Elektrizitätswerk Näfels beauftragte die A. + T. Marty AG zur Abklärung der Steinschlaggefährdung im Gebiet Risi im Hinblick auf mögliche bauliche Schutzmassnahmen. Es sollen die Wahrscheinlichkeiten und Intensitäten von Steinschlagsereignissen beurteilt und in Intensitätskarten dargestellt werden. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse sollen bauliche Schutzmassnahmen dimensioniert und vorgeschlagen werden.

Aus der bestehenden Gefahrenkarte 2002 konnten bezüglich den erwarteten Einwirkungen nicht genügend Informationen gewonnen werden. Aus diesem Grund hat das Planerbüro das Geologiebüro Louis Ingenieurgeologie GmbH, Weggis beigezogen. Das zugezogene Geologiebüro beurteilte die Eintretenswahrscheinlichkeiten sowie Einwirkungsenergien der erwarteten Sturzprozesse. Aufgrund dieser Zusatzabklärungen soll die Gefahrenkarte angepasst werden.

1.3 Ausgeführte Arbeiten

Zur Erfüllung dieses Auftrages wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

A. + T. Marty AG, Ziegelbrücke:

- Augenschein mit Auftraggeberin
- Geländebegehung mit Geologen
- Erstellung der Intensitäts- und Gefahrenkarten
- Massnahmenstudium

Louis Ingenieurgeologie GmbH, Weggis:

- Kartierung der Sturzphänomene, Fotodokumentation, Gespräche mit Ortskennern, Recherche von bekannten Ereignissen, Vervollständigung der Karte der Phänomene und der Fotodokumentation
- Steinschlagsimulationen an vier ausgewählten Profilschnitten mit dem Programm Rockfall (à drei Szenarien = 12 Berechnungen)
- Definition der massgebenden Szenarien

1.4 Abgrenzung

Räumliche Systemabgrenzung

Die durchgeführten Untersuchungen beziehen sich auf den in Kapitel 2 definierten Untersuchungsperimeter, der die Auslöse-, Transit- und Ablagerungsbereiche von Sturzprozessen umfasst. Die Intensitäts- und Gefahrenkarten wurden jedoch nur für den Bereich des Hangfusses und des Talbodens erstellt.

Thematische Systemabgrenzung

Die vorliegende Untersuchung bezieht sich alleine auf die Gefährdung durch Sturzprozesse. Diese beinhalten Steinschlag, Blockschlag und Felssturz aus den Felswänden sowie sekundäre Sturzereignisse infolge Remobilisation von Steinen und Blöcken auf der Hangoberfläche.

1.5 Verwendete Unterlagen

OBERHOLZER, J. (1933): Geologie der Glarneralpen. Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz, Neue Folge 28.

SCHINDLER, C. (2004): Zum Quartär des Linthgebietes zwischen Luchsingen, dem Walensee und dem Zürcher Obersee. Landesgeologie, BWG.

STAUBLI, KURATH & PARTNER AG (2002): Gefahrenkarte Näfels. Technischer Bericht.

2. Untersuchungsgebiet

2.1 Topographische Verhältnisse

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Südwesten des Gemeindegebietes von Näfels GL im Bereich zwischen dem Elektrizitätswerk Risi und dem bewaldeten Abhang unterhalb des Brandbodens am Ende des Oberseetals (Abb. 1). Der Untersuchungsperimeter wird westlich durch den Tränggibach begrenzt. Im Anhang 1 zeigt Bild 1 einen Überblick über das Untersuchungsgebiet in der Ansicht vom Gegenhang. Zusätzlich sind darauf die wichtigsten Lokaltäten verzeichnet.

Am Hangfuss im Talboden auf rund 450 m. ü. M. befinden sich das Elektrizitätswerk mit dem Werkhof, der Forstbetrieb, der Eingang zum Felsenkeller, diverse gewerblich genutzte Bauten und Schuppen, Auto-Abstellplätze und Vorplätze sowie eine Schiessanlage.

Unmittelbar westlich anschliessend an diese Bauten erhebt sich die durchschnittlich rund 40 Grad steile Böschung hinauf zum Brandbödli auf etwa 760 m. ü. M. Diese Geländestufe wird vor allem im unteren Bereich von zahlreichen, bis zu 40 Meter hohen Felsbändern durchsetzt, welche in Abb. 2 durch die Visualisierung der Hangsteilheiten gut erkennbar sind (dunkelviolette Bereiche).

Die steilsten Partien befinden sich somit im südöstlichen Bereich des Untersuchungsperimeters im Bereich der Schiessanlage und des Felsenkellers sowie im Nordosten beim stillgelegten Steinbruch Risi. Zudem führen durch die Geländestufe die Zufahrtsstrasse ins Oberseetal sowie verschiedene Wanderwege.

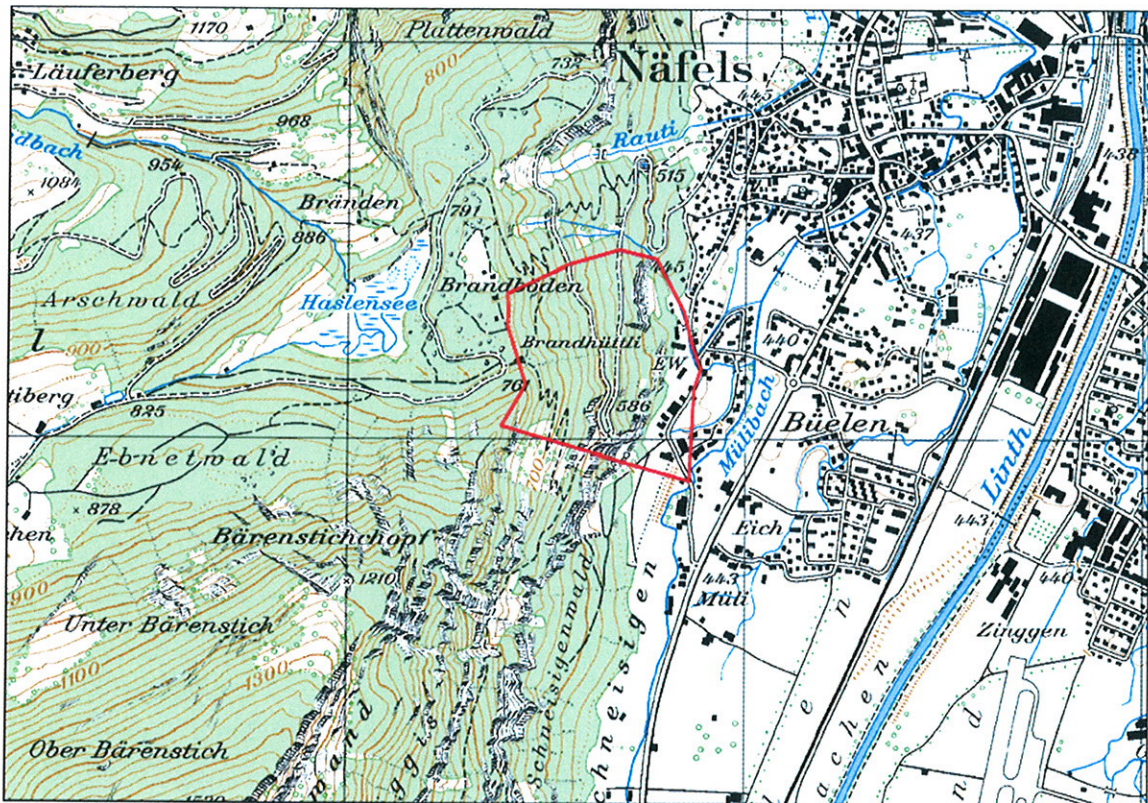


Abb. 1.: Untersuchungsperimeter (rot umrahmt) südwestlich von Näfels GL am Talausgang des Oberseetals. Kartenausschnitt Landeskarte 1:25'000, Blatt 1153 Klöntal

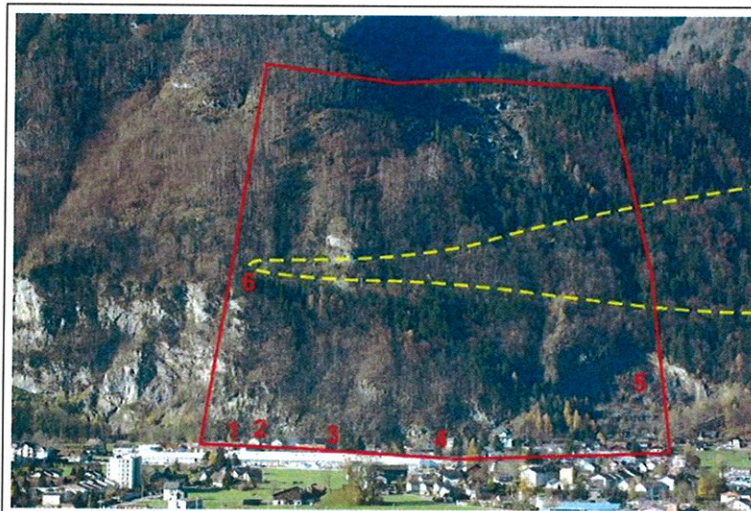


Foto Nr. 1:

Rot: Untersuchungsperimeter
Gelb: Strasse ins Oberseetal

- 1: Eingang Felsenkeller
- 2: Kälin Transporte
- 3: Forstbetrieb
- 4: EW / Werkhof Näfels
- 5: Stillgelegter Steinbruch Risi
- 6: Hörelirank

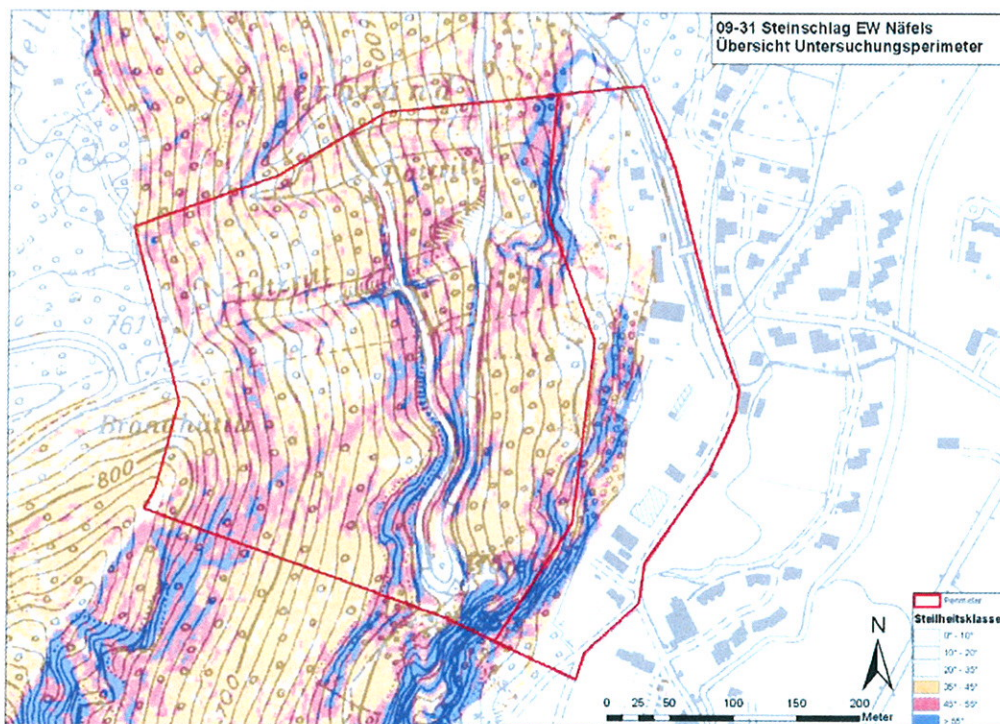


Abb. 2. Visualisierung der Hangsteilheiten im Untersuchungsperimeter

2.2 Geologische und tektonische Verhältnisse

Die Gesteine im Untersuchungsgebiet sind in geotektonischer Hinsicht der Mürtischendecke und der sie überlagernden Säntisdecke zuzuordnen. Ihren Ursprung finden die vorhandenen Lithologien im oberen Jura und der Kreidezeit. Die generell gegen Norden einfallenden Schichtpakete der Mürtischendecke zeigen lokale Verfaltungen und sind von tektonischen Störungen durchzogen, die mit der Überschiebung der Säntisdecke in Verbindung gebracht werden (Anhang 1, Bild 2).

Im Untersuchungsgebiet wird die Säntisdecke durch die Valangienmergel, Valangienkalke, Hauterivien-Kieselkalke, welche von Schratzenkalke überlagert werden, charakterisiert. Am tektonischen Kontakt sind die Valangienmergel der Säntisdecke direkt auf Nummulitenkalke der darunterliegenden Mürtischendecke überschoben worden.

Diese Grenze verläuft etwa auf Höhe des Wiggisalpeli und tritt im Untersuchungsgebiet im Bereiche des Hörelirankes der Oberseestrasse hervor. Die Gesteine der Mürtischendecke beinhalten Kalke, Mergel und Kieselkalke (Oberholzer, 1933).

Zwei prähistorische Bergsturzereignisse tangieren das Untersuchungsgebiet: einerseits der Bergsturz vom Rautispitz sowie derjenige im Bereich des Plattenwaldes.

Beim ersten Ereignis, das postglazial eingestuft wird, stürzten rund 120 Mio. Kubikmeter Gesteinsmasse vom Rautispitz ins Oberseetal hinunter, wo ein Teil der Gesteinsmassen liegen blieb und zur Aufstauung des Obersees führte. Weite Teile des Ausbruchmaterials gelangten über die Steilstufe am Ende des Oberseetals hinaus bis hinunter nach Näfels, wobei die Trümmer bis an den Gegenhang des Linthales gelangt sein dürften. Bezeugt wird dies durch den alten Ablagerungskegel im Bereich zwischen dem Tränggibach und der Rauti. Im Linthal

ist das Bergsturzmaterial im östlichen Talbereich erodiert, ansonsten bis auf einige hervorstehende Buckel durch flächige Flussschüttungen der Linth überdeckt (Schindler, 2004).

Als zweiten Bergsturz beschreibt Schindler (2004) ein Ereignis von rund 20 Mio. Kubikmetern (Oberholzer, 1933), bei dem sich im Plattenwald Felsmassen lösten und sich im Bereich des Brandbodens am Ende des Oberseetals ablagerten. Diese führten zur Aufstauung des heute stark verlandeten Haslensees.

Beide durch die oben erwähnten Bergstürze gebildeten Seen werden ausschliesslich unter der Oberfläche entwässert. So gelangt Wasser aus dem Obersee bei Rütiberg im Oberseetal an die Oberfläche, wo es zur Stromproduktion gefasst wird. Die Wässer des Haslensees treten 50 bis 100 Höhenmeter unter dem Seespiegel im steilen Abhang nach Näfels wieder zum Vorschein, wo sie die Quellen der Rauti, resp. des Tränggibaches bilden.

Der Abhang vom Brandboden bis nach Näfels wird im Untersuchungsgebiet von zahlreichen Felsriegeln mit Mächtigkeiten bis rund 40 Metern Höhe durchsetzt. Ansonsten weisen die mehrheitlich bewaldeten Hänge eine geringmächtige Lockergesteinsüberdeckung auf.

3. Ereignisanalyse

3.1 Bekannte Sturzereignisse

Im Bereich unterhalb der Felswand sind zahlreiche stumme Zeugen (Sturzkomponente und Einschlagspuren) vergangener Steinschlagereignisse vorhanden. Zudem erwähnen im Untersuchungsgebiet ansässige Unternehmer verschiedene Vorkommnisse. Im Folgenden werden die Ereignisse nach räumlichem Auftreten erwähnt:

Bereich Felsenkeller

Im Bereich des Eingangs zum Felsenkeller im südlichen Teil des Untersuchungsperimeters zeugt eine Einschlagspur im Steinplattenbelag von einem Steinschlagereignis (Anhang 1, Bild 3). Zudem berichtete Herr Kälin vom benachbarten Transportunternehmen, dass vor einigen Jahren parkierte Autos durch Steinschlag beschädigt worden seien.



Foto Nr. 2:

Mehrfach getroffene Holzbeige im Bereich Felsenkeller – Kälin Transporte

Bereich Kälin Transporte

Herr Kälin zeigte einen Kleinblock (ca. $1/4 \text{ m}^3$, Anhang 1, Bild 23), der im Frühjahr 2008 mitten in eine Holzbeige einschlug und diese versprengte. Ein weiterer Kleinblock mit einem Volumen von rund $1/8 \text{ m}^3$ sei einige Jahre zuvor auf dem Vorplatz aufgeprallt. Auch dieser Block wurde weggeräumt, er liegt aber noch neben der Hausmauer (Anhang 1, Bild 24). Zudem weiss Herr Kälin auch von zwei weiteren Ereignissen zu berichten, in denen ausrollende Blöcke in das Garagentor des benachbarten Unternehmens hineinrollten und dieses beschädigten (Anhang 1, Bild 6).

Ferner zeugt ein Einschlagloch im Blechdach der erwähnten Holzbeige vor Kälin Transporte von einem weiteren Steinschlag (Anhang 1, Bild 4). Anlässlich der zweiten Feldbegehung zeigte sich an derselben Stelle ein weiterer Einschlag, der in der Zwischenzeit von drei Wochen stattgefunden haben muss (Anhang 1, Bild 5).

Bereich Forstbetrieb

Gemäss Aussagen von Förster Scherer ist der nördlich anschliessende Forstbetrieb nicht von Steinschlagereignissen betroffen, was wohl daran liegen dürfte, dass in diesem Bereich ein rauer Hangschuttsaum vorhanden ist.

Bereich Elektrizitätswerk

Im Bereich des Elektrizitätswerkes und des Werkhofes sind gemäss Aussagen von Förster Scherer und Mitarbeitern des Werkbetriebes manchmal kleinere Steine vorzufinden. Im Sommer 2009 ist zudem rund 5 m vom Wandfuss entfernt ein etwa $1/4 \text{ m}^3$ grosser Kleinblock auf dem Vorplatz eingeschlagen. Der Block zerplatzte in drei grosse Teile und zahlreiche kleine Bruchstücke, die bis zu 25 m weit auf dem gesamten Platz verteilt liegen geblieben sind (Anhang 1, Bilder 7 und 8).



Foto Nr. 3:

Steinschlagereignis auf dem Vorplatz des EW Näfels

3.2 Sturzphänomene

Auslösbereich

Die zahlreichen Felsbänder und Geländekanten im Untersuchungsperimeter zeigen aufgrund der ausgeprägten sedimentären Schichten und der sekundären, oftmals starken Zerklüftung, eine hohe Disposition für die Auslösung von Sturzkörpern. Aufgrund unterschiedlicher Schichtmächtigkeiten und Variationen im Durchklüftungsgrad resultieren ganz unterschiedliche Sturzkomponenten-Grössen; diese reichen von kopfgrossen Steinen bis hin zum potentiellen Bruchkörpern von mehreren Dutzend m³.

Im Bereich, rund 20 Meter östlich unterhalb des Hörelirankes, trennt eine scharfe Klüftung die grössten im Untersuchungsgebiet angetroffenen potentiellen Sturzkörper von mehreren hundert Kubikmetern ab (Anhang 1, Bild 17).

Transitbereich

In den steilen, von Felsbändern durchsetzten Abhängen sind viele Zeugen ehemaliger Steinschlagereignisse vorhanden. Zahlreiche Bäume weisen bis auf eine Höhe von rund 4 m ab Boden vernarbte Einschlagspuren auf, teilweise sind dünnstämmige Bäume auch gänzlich abgeschlagen (Anhang 1, Bilder 18 und 19). Flachere Geländeabschnitte sind praktisch ausnahmslos mit Hangschutt bedeckt, der durch eckige, bis zu kopfgrosse Steine charakterisiert wird. Zeugen weiterer Sturzereignisse sind Steine und Kleinblöcke verschiedenster Kubaturen, die im Transitbereich von Bäumen aufgehalten worden sind (Anhang 1, Bilder 21 und 25).

Der gesamte im Transitbereich abgelagerte Hangschutt kann wiederum als Quelle von Sekundärsturz dienen (Remobilisation von ruhenden Sturzkörpern durch Windwurf oder Rutschprozesse).

Ablagerungsbereich

Im Ablagerungsbereich unterhalb der steilen Abhänge am östlichen Rand des Untersuchungsperimeters zeugen verschiedenste Sturzblöcke von früheren Steinschlagereignissen (Anhang 1, Bilder 20, 22 und 23). Dabei muss berücksichtigt werden, dass viele stumme Zeugen im Bereich der Schiessanlage und des gewerblich genutzten Areals laufend beiseite geschafft werden, ihre tatsächliche Anzahl also um einiges grösser sein dürfte.

Die meisten Sturzzeugen sind im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes im Bereich der Schiessanlage, des Felsenkellers und der gewerblichen Betriebe bei Kälin Transporte am Fusse der hohen Felsstufen vorzufinden. Viele der meist etwa kopfgrossen Steine werden von Bäumen oder an den Holzbeigen am Wandfuss aufgehalten.

Im Bereich des Forstbetriebes bis zum Elektrizitätswerk im zentralen Teil des Untersuchungsperimeters sind im Hangschutt einige Kleinblöcke eingebettet. Dort sind weniger Sturzzeugen als im südlichen Bereich erkennbar.

Im nordöstlichen Teil des Untersuchungsperimeters, im Bereich des Steinbruches Risi, zeugen zahlreiche Sturzblöcke von wiederholten Steinschlagereignissen. Diese liegen ausschliesslich im rund 5 m tiefen Graben der sich am Fusse des gesamten Steinbruches entlangzieht. Oberhalb der wiederansteigenden Böschung im Bereich der Schuppen und Unterstände sind keine Sturzzeugen ersichtlich.

3.3 Synthese – Szenarien im Wirkungsraum

Aufgrund der bekannten Steinschlagsereignisse und der beobachteten Phänomene im Untersuchungsgebiet lassen sich die zu erwartenden Szenarien für Sturzprozesse im Wirkungsraum herleiten. Dabei werden die Ereignisse aufgrund ihrer Eintretenswahrscheinlichkeit in verschiedene Wiederkehrperioden eingeteilt. Die folgende Tabelle zeigt einen Überblick dieser Szenarien.

Ereignisfrequenz		Volumen	Masse	Bemerkungen
Szenario	Jährlichkeit	[m ³]	[kg]	
regelmässig	bis 3	0.003	8	faust-/kopfgross; viele frische stumme Zeugen vorhanden (Anhang 1, Bild 20)
sehr häufig	3 - 10	0.012	32	kopf-/rucksackgrosse Blöcke; belegt mit zahlreichen stummen Zeugen (Anhang 1, Bilder 21 + 22)
häufig	10 - 30	0.250	665	Kleinblöcke; belegt mit stummen Zeugen / bekannten Ereignissen (Anhang 1, Bilder 23, 24 + 25)
selten	30 - 100	0.375	1'000	Schätzwert; keine stummen Zeugen dieses Ausmasses vorhanden
sehr selten	100 - 300	1.440	3'800	Schätzwert; keine stummen Zeugen dieses Ausmasses vorhanden
Restgefährdung	> 300	5	13'000	Schätzwert; keine stummen Zeugen dieses Ausmasses vorhanden

Die folgende Abbildung zeigt das detaillierte Szenarienblatt.

Szenarienblatt

Beschreibung Sturzprozesse EW Näfels Gefahrenquelle Nr.:

Bereich: Steile Böschung zwischen Bösrütt und Tränggibach oberhalb EW / Werkhof Näfels **Datum Aufnahme:** 29.10.2009
Kote: von ca. 450 bis 600 m.ü.M. **Sachbearbeiter:** klm / ch
Bilder: Die Bildverweise beziehen sich auf Anhang 1 - Fotodokumentation der Phänomene **bereinigt:** klm

Ausbruchbereich:

Geologische Einheit(en): von unten nach oben: Seewerschichten, Valanginienmergel, Valanginienkalk, Kieselkalk, Drusbergschichten

Felsmorphologie, Strukturgeologie: Die Schichtung ist deutlich erkennbar im dm- bis m-Bereich. Zwei Kluffamilien verlaufen senkrecht zur Schichtung. Eine grosse überkippte Falte befindet sich oberhalb dem Eingang zum Felsenkeller (Bild 1). Der Fels ist von zahlreichen Störungen durchzogen.

Auslösung: Verwitterung und Frostsprengung. Oberhalb der Felswand sich auch sekundäre Sturzereignisse möglich.

Prozess: Langsames Ablösen; Absturz aus der steilen Felswand und Fragmentierung des Sturzkörpers bei den Aufschlägen am Boden.

Schutzbauwerke oben: -- **Schutzbauwerkregister Nr.:** --

Bekannte Ereignisse: Zahlreiche Ereignisse in den letzten Jahren; z.B. Einschlagsspur Eingang Felsenkeller (Bild 3), zweimaliger Treffer Holzbeige (Bilder 4 + 5), Beschädigtes Garagentor (Bild 6), Einschlagsspur auf Vorplatz EW (Bilder 7 + 8)

Szenarienbildung im Ausbruchbereich:

Ereignisfrequenz Szenario	ca. in Jahren	Relevante Trennflächen		Ausbruch- kubatur [m ³]	Bemerkungen
		Schichtung	Klüftung		
Regelmässig	bis 3	x	x	0.006	kopfgrosse Blöcke (~Würfel mit Kantenlänge 18 cm) (Bilder 9 + 10)
Sehr Häufig	3- 10	x	x	0.05	rucksackgrosse Blöcke (~Würfel mit Kantenlänge 36 cm) (Bilder 11 + 12)
Häufig	10- 30	x	xx	0.5	Kleinblöcke (~Würfel mit Kantenlänge 80 cm) (Bilder 13 + 14)
Selten	30- 100	xx	xxx	1- 20	Blöcke und Grossblöcke (Bild 15)
Sehr Selten	100- 300	xxx	xxx	20-100	Ganze Gesteinskörper (Bild 16)
Restgefährdung	> 300			>100	Felssturz (Bild 17)

Bemerkungen: Viele Baumtreffer direkt unterhalb den Auslösewänden (bspw. Bilder 18 + 19)

Wirkungsraum (Transit- und Ablagerungsraum):

Geomorphologie: Sehr steiles Transitgebiet. Abrupter morphologischer Übergang (90°-Knick) zum ebenen Ablagerungsraum

Pauschalgefälle [°]: **Referenzpunkte:** hangseitige Gebäudewand

Schutzbauwerke unten: -- **Schutzbauwerkregister Nr.:** --

Waldbaulicher Zustand und Oberflächenrauigkeit:

Bereich (evtl. Kote)	Baumart	Mittl. Baum- abstand [m]	Mittl. Baum- durchm. [m]	Amplitude 0-5 m	Frequenz 0-20 m	Dämpfung 0-1	Rollwiderstand 0-1

Bemerkungen: Der Wald wird in der Gefahrenbeurteilung/Wirkungsanalyse nicht berücksichtigt, weil im steilen Transitbereich nur sporadische Bäume stehen

Szenarienbildung:

Ereignisfrequenz Szenario	ca. in Jahren	Max. Sturzkörper [m]			Mittl. Sturzkörper [m ³]		max. Reichweite	Bemerkungen
		a	b	c	[m ³]	Masse [t]		
Regelmässig	bis 3	0.20	0.15	0.10	0.003	0.008		faust-/kopfgross; viele frische stumme Zeugen vorhanden (Bild 20)
Sehr Häufig	3- 10	0.30	0.20	0.20	0.012	0.032		kopf-/rucksackgrosse Blöcke; belegt mit zahlreichen stummen Zeugen (Bilder 21 + 22)
Häufig	10- 30	1.00	0.50	0.50	0.250	0.663		Kleinblöcke; belegt mit stummen Zeugen / bekannten Ereignissen (Bilder 23,24 + 25)
Selten	30- 100	1.00	0.75	0.50	0.375	0.994		Schätzwert; keine stummen Zeugen dieses Ausmasses \
Sehr Selten	100- 300	1.20	1.20	1.00	1.440	3.816		Schätzwert; keine stummen Zeugen dieses Ausmasses \
Restgefährdung	> 300				5	13.250		

Empfohlene Massnahmenvarianten: --

Bemerkungen: Neben den primären Sturzprozessen ist auch mit Sekundärsturzprozessen im selben Ausmass wie bis und mit den häufigen Ereignissen zu rechnen.
 Die meisten Sturzkomponenten zerplatzen beim Aufprall auf den asphaltierten Vorplätzen in kleinere Teile.

4. Wirkungsanalyse

4.1 Methode

Aufgrund der im vorangehenden Kapitel hergeleiteten Szenarien werden die zu erwartenden Auswirkungen im Ablagerungsbereich bestimmt. Dazu wurden an vier ausgewählten Profilen Steinschlagsimulationen mit der Software Rockfall durchgeführt (Profilsuren siehe Abb. 3).

Durch Eingabe der genauen Topographie (verfügbar aus dem digitalen Terrainmodell), der detaillierten Oberflächeneigenschaften im Transit- und Wirkungsbereich und der zu erwartenden Sturzkörpergrößen können die auftretenden kinetischen Energien und die Reichweiten der Sturzkörper ermittelt und statistisch ausgewertet werden.

Im Folgenden werden die vier ausgewählten Profilschnitte wiedergegeben. Im Anhang 3 sind zudem die detaillierten Auswertungen der Sturzenergien der einzelnen Kontrollquerschnitte (orange Linien in den untenstehenden Profilen) am aussagekräftigen Profil 7 für die seltenen Ereignisse illustriert. Alle übrigen Berechnungen sind beim Büro Louis vorhanden.

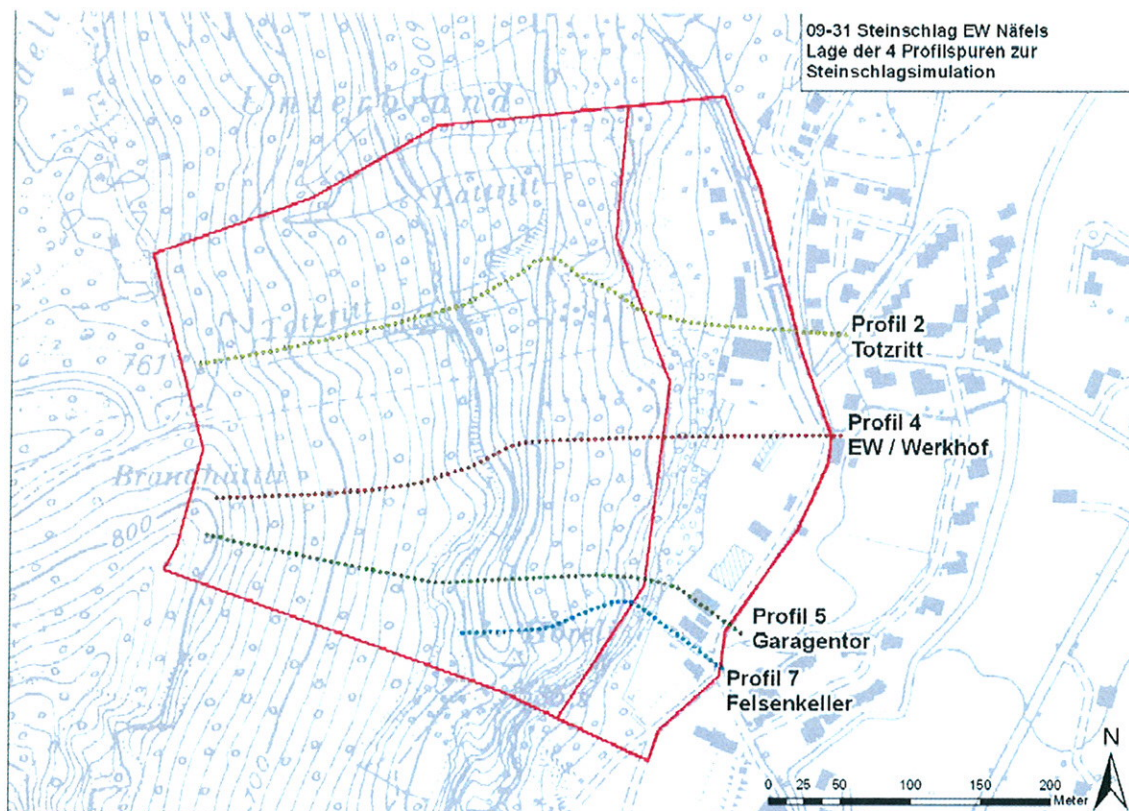


Abb. 3: Übersichtsplan mit der Lage der vier Profilschnitte zur Steinschlagsimulation.

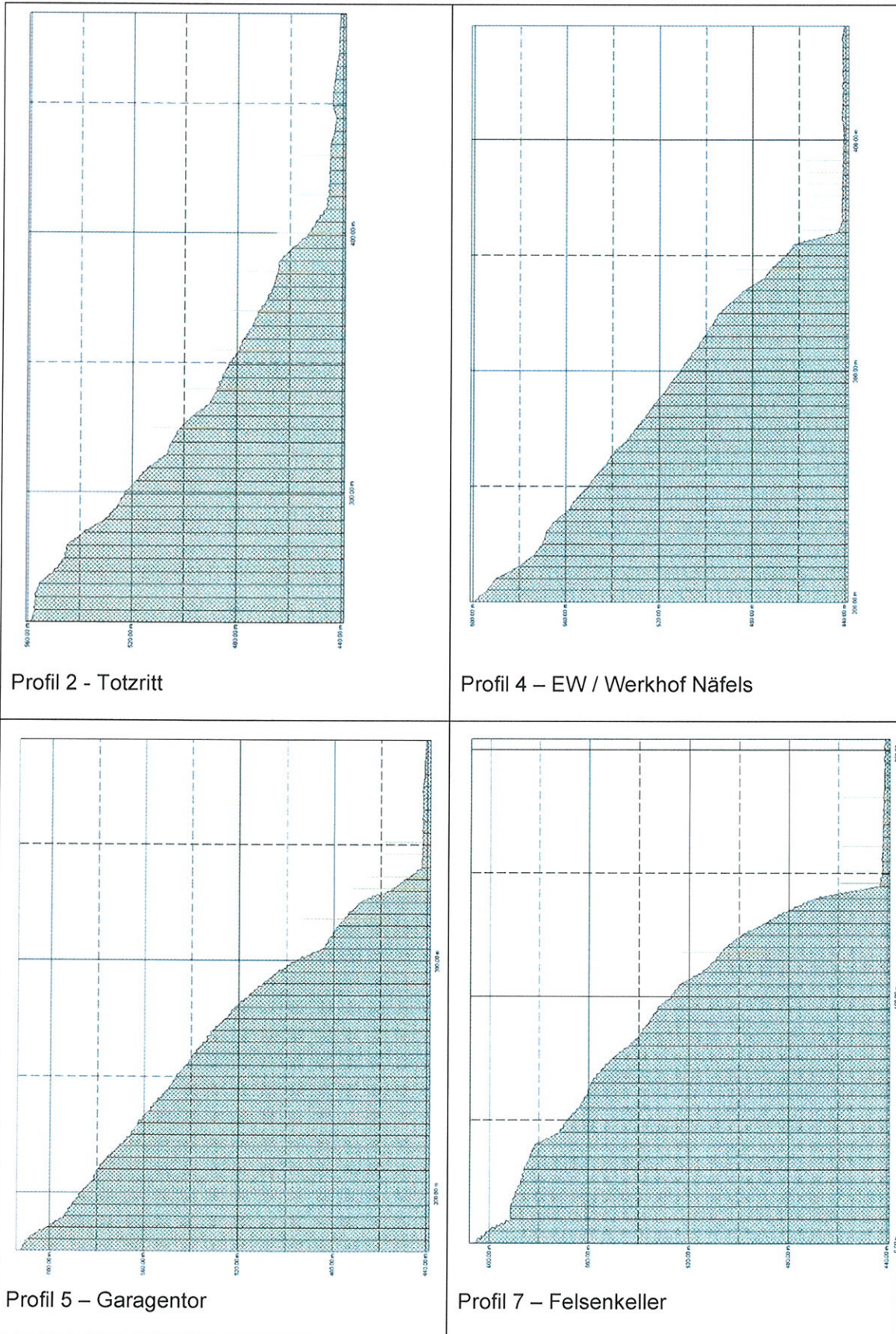


Abb. 4: Profildarstellungen – 90° gedreht.

Durch Integration der einzelnen Profile und der Beobachtungen vor Ort lassen sich für die verschiedenen Ereignisfrequenzen flächige Intensitätskarten für die häufigen, seltenen und sehr seltenen Ereignisse erstellen.

Hierbei wird die Energie der Sturzkörper in den Intensitätsklassen stark (kinetische Energie >300 kJ), mittel (kinetische Energie zwischen 30 und 100 kJ) und schwach (kinetische Energie <30 kJ) angegeben.

4.2 Intensitätskarten

Die Abgrenzungen der Intensitätsstufen sind gemäss den Bundesempfehlungen und den kantonalen Vorgaben für Sturzprozesse folgendermassen definiert:

Prozess	schwache Intensität	mittlere Intensität	starke Intensität
Stein- und Blockschlag	E < 30 kJ	30 kJ < E < 300 kJ	E > 300 kJ
Felsstürze	kommt nicht vor	kommt nicht vor	E > 300 kJ

E: Energie in Kilo Joule

Im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes werden bereits für die häufigen Ereignisse starke Intensitäten am Wandfuss im Bereich der Schiessanlage und des Felsenkellers erreicht. Für die sehr seltenen Ereignisse dehnt sich dieser Bereich starker Intensitäten dem Böschungsfuss entlang weiter bis zum Elektrizitätswerk aus. Dabei sind vor allem die gewerblich genutzten Vorplätze tangiert, während die Gebäude selbst kaum der stärksten Intensitätsklasse ausgesetzt sind.

Der Auslaufbereich von allfälligen Sturzkörpern mit schwachen Intensitäten tangiert praktisch alle Gebäude im untersuchten Gebiet bereits für die häufig wiederkehrenden Ereignisse.

Der nördliche Teil unterhalb des ehemaligen Steinbruches Risi weist für alle drei Wiederkehrperioden eine ähnliche Gefährdungsintensität durch Sturzereignisse auf. Dies erklärt sich durch den etwa 5 m tiefen Graben, der entlang dem Wandfuss als zuverlässiger Steinschlag-schutz für die weiter entfernt folgenden Schuppen und Unterstände dient.

	Profil 2 Tottritt	Profil 4 EW/ Werkhof	Profil 5 Garagentor	Profil 7 Felsenkeller
Häufige Ereignisse (10 – 30 jährlich)				
Intensität am Hangfuss	0 kJ	120 kJ	150 kJ	370 kJ
Intensität im Bereich der Gebäude	0 kJ	10 kJ	25 kJ	330 kJ
Seltene Ereignisse (30 – 100 jährlich)				
Intensität am Hangfuss	0 kJ	175 kJ	225 kJ	570 kJ
Intensität im Bereich der Gebäude	0 kJ	10 kJ	40 kJ	520 kJ
Sehr seltene Ereignisse (100 – 300 jährlich)				
Intensität am Hangfuss	20 kJ	700 kJ	1'100 kJ	2'100 kJ
Intensität im Bereich der Gebäude	20 kJ	30 kJ	180 kJ	1'800 kJ

Tabelle 1: Massgebende Intensitäten entlang der vier ausgewählten Profilschnitten, aufgeteilt nach den drei betrachteten Wiederkehrperioden.

Die drei Intensitätskarten der Sturzprozesse für die Wiederkehrperioden häufig (10 – 30 jährlich), selten (30 – 100 jährlich) und sehr selten (100 – 300 jährlich) sind aus folgenden Abbildungen ersichtlich. Eine Übersicht über die massgebenden Sturzenergien im Wirkungsraum im Bereich der gewerblich genutzten Bauten ist in Tabelle 1 gegeben.





Intensitätskarte sehr seltene Ereignisse

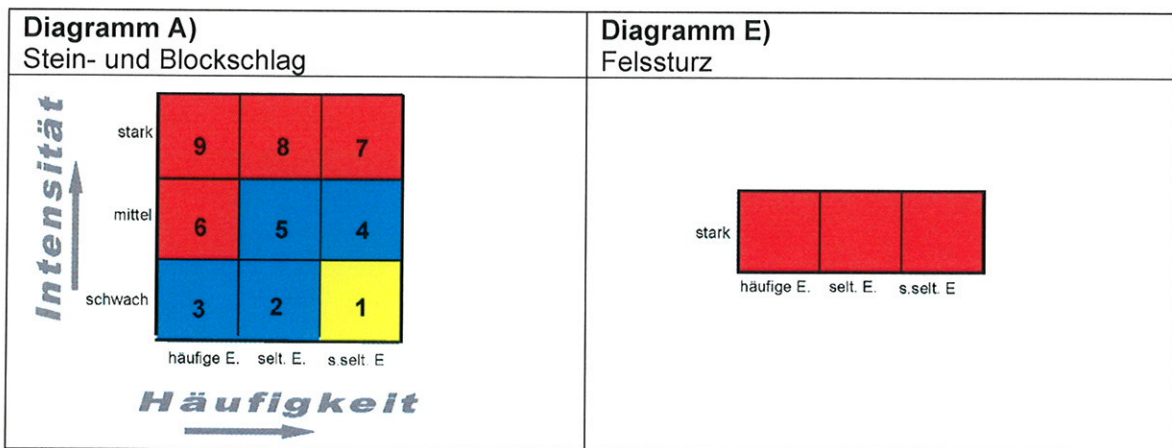
4.3 Gefahrenkarte

Gefahrenkarte wird gemäss kantonalen Vorgaben dargestellt:

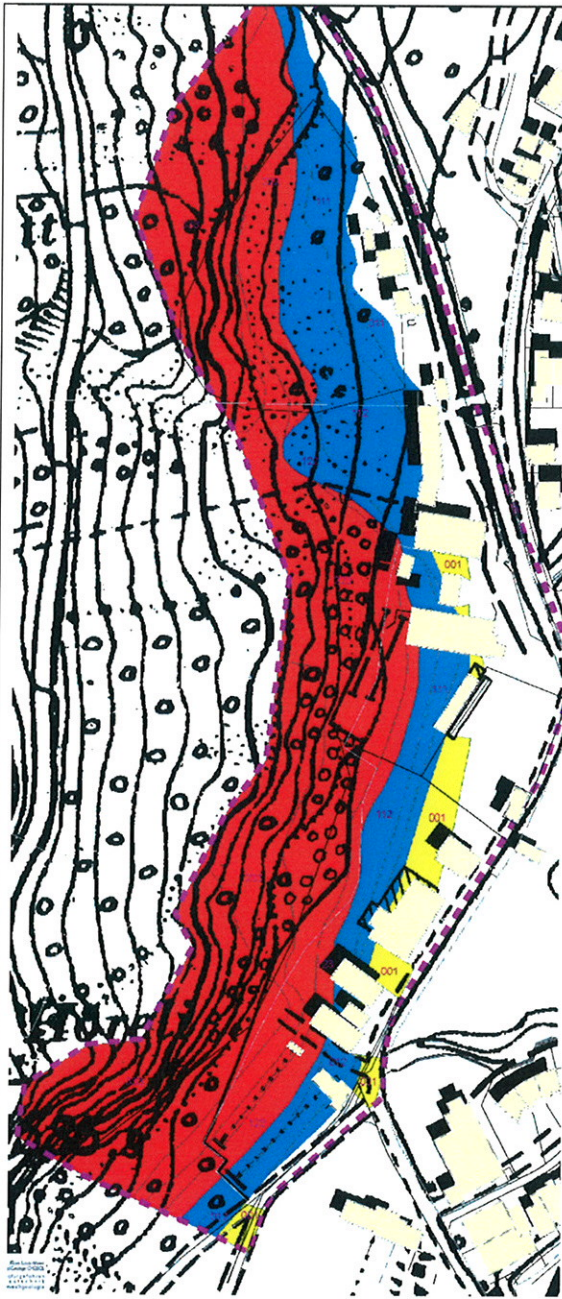
Die Gefahrenkarte gibt mit den Farben rot, blau, gelb die raumplanerische Bedeutung wieder, wie sie in erster Linie für die Nutzung durch Gebäude gelten soll.

Gefahrenbereich	Sachliche Bedeutung	Raumplanerische Bedeutung
rot	erhebliche Gefährdung	Verbotsbereich
blau	mittlere Gefährdung	Gebotsbereich
gelb	geringe Gefährdung	Hinweisbereich
gelb-weiss	Restgefährdung (Wahrscheinlichkeit sehr klein)	Hinweisbereich

Die Farben nach Gefahrenbereich ergeben sich aus dem Zusammenhang von Intensität und Häufigkeit. Für die Sturzprozesse gelten folgende Diagramme:



Die Zuordnung der Gefahrenstufen ist in den "Richtlinien zum Schutz vor Naturgefahren" definiert (Mai 2001).



Gefahrenkarte Sturz 2010

Rotes Gefahrengebiet resultiert aus der Einwirkung von mittleren Intensitäten bei seltenen Ereignissen sowie der Einwirkung von starken Intensitäten (unabhängig der Eintretenswahrscheinlichkeitsklasse).

Blaue Gefahrengebiete resultieren aus häufigen und seltenen Ereignissen mit geringen Intensitäten sowie seltenen und sehr seltenen Ereignissen mit mittleren Intensitäten.

Im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes werden bereits für die häufigen Ereignisse starke Intensitäten am Wandfuss im Bereich der Schiessanlage und des Felsenkellers erreicht → rotes Gefahrengebiet. Für die sehr seltenen Ereignisse dehnt sich dieser Bereich starker Intensitäten dem Böschungsfuss entlang weiter bis zum Elektrizitätswerk aus. Dabei sind vor allem die gewerblich genutzten Vorplätze tangiert, während die Gebäude selbst kaum der stärksten Intensitätsklasse ausgesetzt sind. Bei den Gebäuden resultiert das rote Gefahrengebiet vor allem infolge häufiger Ereignisse mit mittleren Intensitäten.

5. Risikobetrachtung

Eine detaillierte Risikoanalyse wurde nicht durchgeführt. Die folgende Betrachtung soll grob die vorhandenen Risiken abschätzen helfen:

- Länge Gefahrenbereich: 225 m
 - Anzahl Sturzereignisse pro Jahr in den Gefahrenbereichen: 2
 - Anzahl Personen, welche sich täglich im grössten Gefahrenbereich aufhalten:
15 (hohe Letalität)
 - Mittlere Verweildauer einer Person im Gefahrenbereich: 15 Minuten
- Räumliches Auftreten eines Sturzereignisses = 0.0089
→ Zeitliche Präsenzwahrscheinlichkeit einer Person = 0.156

Die jährliche Trefferwahrscheinlichkeit einer Person beträgt somit rund 1.4 E-3 (Kollektives Personenrisiko). Das individuelle Personenrisiko ist rund 10-mal kleiner und beträgt 1.4 E-4. Dieser Wert ist rund 10- bis 15-mal höher als die im Rahmen des Risikomanagementes als akzeptierte Risikogrösse angesehen wird.

6. Massnahmenplanung

6.1 Grundsätzliche Überlegungen zum Massnahmenkonzept

Das Integrale Naturgefahrenmanagement hat gemäss kantonaler Naturgefahrenstrategie folgende Massnahmenpalette zu berücksichtigen:

- Unterhaltsmassnahmen → nur waldbauliche Massnahmen möglich
- Raumplanerische Massnahmen → Berücksichtigung der blauen und roten Gefahrengebiete in der Nutzungsplanung → Überprüfung von Auszonungen, Auflage für Objektschutzmassnahmen
- Interventionsmassnahmen → sind bei Sturzprozessen kaum möglich.
Allenfalls Überwachung von einzelnen absturzgefährdeten Grossblöcken.
- Bauliche Massnahmen → Prüfung von verschiedenen baulichen Massnahmen (im Auslösebereich und im Ablagerungsbereich)

Gemäss kantonaler Naturgefahrenstrategie sind primär Unterhaltsmassnahmen und raumplanerische Massnahmen umzusetzen.

Eine konsequente Umsetzung hätte zur Folge, dass die Bauzonen, welche durch rotes Gefahrengebiet überlagert wird, ausgezont werden müssten. Mit einer solchen Massnahme wird die eigentliche Problematik im bereits überbauten Gebiet nicht gelöst. Hier müssen insbesondere Personenrisiken reduziert werden. Zu Überprüfen ist die Nutzung der gefährdeten Gebiete.

In ungeschützten Gefahrenbereichen sollten, wenn immer möglich, die Präsenzwahrscheinlichkeiten von Personen kurz gehalten werden.

Im Rahmen dieser Arbeit wird insbesondere die Situation beim EW Näfels und beim Eingang zum Felsenkeller näher betrachtet.

6.2 Massnahmen und Schutzziele

Das Massnahmenkonzept orientiert sich an folgenden Zielsetzungen:

- Die massgebende Zielsetzung ist die Reduktion der Personenrisiken.
- Die Massnahmen sind bezüglich Kosten-/Nutzen-Überlegungen optimiert.
- Die Massnahmen sind bezüglich Gebrauchstauglichkeit und Tragsicherheit optimiert.
- Die Massnahmen zeigen im Überlastfall keine nachteiligen Auswirkungen.
- Die Massnahmen sind kostengünstig im Unterhalt.

Bei Sturzprozessen besteht keine Vorwarnzeit. Eine Einwirkung auf Personen hat in der Regel fatale Auswirkungen zur Folge. Bereits Einwirkungen von geringer Intensitäten können erhebliche Verletzungen oder den Tod zur Folge haben. Aus diesem Grund sind im Massnahmenkonzept sämtliche gefahrenkartenrelevanten Ereignisse zu berücksichtigen.

→ Die Massnahmen haben sich an den Einwirkungen von sehr häufigen Ereignissen zu orientieren.

6.3 Rahmenbedingungen

6.3.1 Einwirkende Prozesse

Gemäss Ereignisanalyse sind die Massnahmen auf folgende Einwirkungen zu dimensionieren:

	Tottritt	EW / Werkhof	Garagentor	Felsenkeller
Intensität am Hangfuss	20 kJ	700 kJ	1'100 kJ	2'100 kJ
Intensität im Bereich der Gebäude	20 kJ	30 kJ	180 kJ	1'800 kJ

Der Bereich "Hangfuss" umfasst einen Streifen entlang des Böschungsfusses bzw. der Felswand von rund 5 bis 7 m und berücksichtigt den Raum, wo der erste Steinschlag-Aufprall erfolgt. Bei diesem Aufpraller wird der grösste Teil der Sturzenergie vernichtet und die Sturzkomponente kann insbesondere nach einem freien Fall zerplatzen und zerspritzen. Ein solches Sturzverhalten zeigt sich insbesondere beim Vorplatz des EW und beim Eingang zum Felsenkeller.

6.3.2 Topographie

In den steilen Felswänden und Hangpartien zwischen der Strasse ins Oberseetal und dem Hangfuss können kaum Schutzbauten erstellt werden. Zudem kommen solche Schutzbauten ins Waldareal zu stehen. Hier ist ein Unterhalt sehr aufwendig (fehlende Zufahrtsmöglichkeiten) und verteuert die Waldbewirtschaftung.

Für Schutzbauten am Hangfuss ist zu beachten, dass diese übersprungen werden können. Dies ist insbesondere der Fall, wenn der Hang wie im Bereich des Werkplatzes des EW oder beim Felsenkeller steil abfällt.

6.3.3 Risiken und Grenzkostenbetrachtung

Bauliche Massnahmen haben primär die Reduktion von Personenrisiken zum Ziel. Die Risikoreduktion kann durch zwei verschiedene Stossrichtungen erreicht werden:

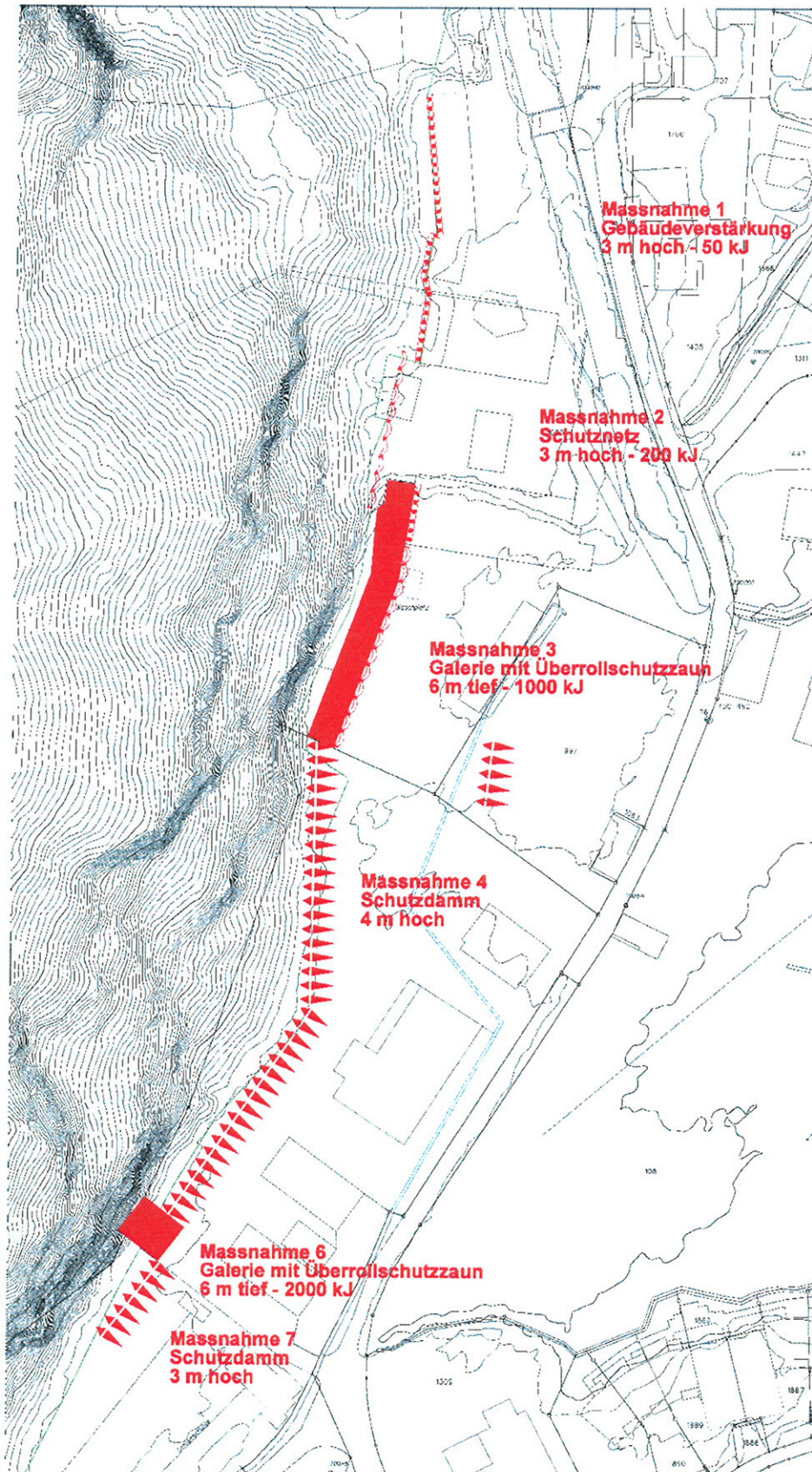
- Reduktion der Auftretenswahrscheinlichkeit → Verhinderung eines Ereignisses
- Reduktion des Schadenpotentials → Vermeidung der Nutzung des Gefahrenraumes durch Personen.

Die einfachste, schnellste und kostengünstigste Problemlösung ergibt sich aus der Meidung des Gefahrenraumes. Wo immer möglich sollte primär dieser Ansatz verfolgt werden. Dies gilt insbesondere beim gefährdeten Portal des Felsenkellers. Solange keine Schutzmassnahmen erstellt sind, sollte die Nutzung des Kellers z. B. für Gesellschaftsanlässe vermieden werden. Auf dem Holzlagerplatz sollte z. B. kein Holz im Gefahrenbereich aufgerüstet werden (z. B. Brennholzbereitstellung usw.).

Aufgrund der ausgewiesenen Personenrisiken können Massnahmen zum Schutz der gefährdeten Personen innerhalb einer Investitionsgrösse von rund Fr. 300'000.— realisiert werden. Teurere Massnahmen sind nicht mehr kostenwirksam.

6.4 Massnahmenvorschläge

Die Massnahmenvorschläge gelten unter der Voraussetzung, dass die erheblich gefährdeten Räume in der Bauzone verbleiben sollen und von Personen genutzt werden. Das Massnahmenkonzept setzt sich aus folgenden Massnahmen zusammen:



6.4.1 Massnahme 1: Schutz des nördlichen EW-Bereiches (Baracke)

Bei den bestehenden oder zukünftigen Gebäuden ist die Rückwand bis auf eine Höhe von rund 3.0 m verstärkt auszubilden, so dass Sturzereignisse mit einer Intensität von rund 50 kJ aufgenommen werden können. Bei bestehenden Gebäuden kann die Rückwand durch eine Vorbetonmauer (d=30 cm) verstärkt werden. Fensteröffnungen sind zu vergittern oder mit einer Spezialverglasung zu versehen.

Die verstärkte Bauweise empfiehlt sich insbesondere bei einem allfälligen Neubau des Barackengebäudes.

Dringlichkeit: 2. Priorität

Gesamtlänge: 60 m

Kosten Objektschutz: Fr. 60'000.—

6.4.2 Massnahme 2: Schutz des mittleren EW-Bereiches (Zentrale)

Der Vorplatz kann mit einem rund 3 m hohen Steinschlagschutznetz gesichert werden. Das Netz ist auf die Flucht der hinteren Wand des Autounterstandes zu erstellen. Das Schutznetz weist eine Länge von ca. 30 m auf und hat Sturzenergien von 200 kJ aufzunehmen.

Je weiter vom Hangfuss entfernt das Netz erstellt wird, desto weniger hoch kann dieses erstellt werden. Für die Erstellung des Netzes muss der Autounterstand verschoben werden.

Dringlichkeit: 2. Priorität

Gesamtlänge: 30 m

Kosten Schutznetz: Fr. 40'000.—

6.4.3 Massnahme 3: Schutz des südlichen EW-Bereiches (Werkhof)

Der Vorplatz des neuen Werkhofes kann mit massiven Schutzmassnahmen gesichert werden. Der Vorplatz wird als Lager- und Umschlagplatz genutzt. Eine besondere Gefährdung besteht in der Nische zwischen Felswand und dem neuen Gebäude.

Vorgeschlagen wird ein galerieartiger Unterstand, welcher eine Tiefe von rund 6.0 m aufweist. Die Rückwand des Unterstandes wird rund 4.0 m vom Felswandfuss entfernt erstellt. Der Unterstand wird mit Aushubmaterial hinterfüllt und die Decke mit Erdmaterial überdeckt (Dämpfung des Sturzprozesses) am vorderen Rand wird ein rund 2.0 m hoher Überrollzaun erstellt. Dieser verhindert, dass Abplatzer und Roller über den Unterstand hinausrollen können.

Die Schutzbaute kommt in das rote Gefahrengebiet zu stehen. Ob eine solche Baute bewilligt werden kann, muss noch abgeklärt werden. Der Unterstand weist eine Länge von rund 60 m auf.

Das Dach ist auf Steinschlag mit Energien von rund 1'000 kJ zu dimensionieren.

Der Vorteil dieser Massnahme besteht darin, dass vom bestehenden Werkplatz kein Raum verloren geht und zusätzlich gedeckter Lagerraum oder Abstellplätze geschaffen werden.

Als Alternativen zum Unterstand sind Schutzdämme oder Schutznetze denkbar. Solche Bauten müssten aber mind. 7.0 bis 10.0 m vom Felsfuss entfernt erstellt werden. Ansonsten würden sie von den Sturzkörpern übersprungen werden. Diese Schutzbauten benötigen zusätzlichen Platz. Insbesondere kann aber mit solchen Bauten die Gebäudenische zwischen Felswand und dem neuen Werkhof nicht genügend geschützt werden.

Dringlichkeit: 1. Priorität
Gesamtlänge: 60 m
Kosten Unterstand: Fr. 900'000.—

Kosten Alternativen:
Steinschlagschutznetz 3.0 m hoch: 500 KJ: Fr. 120'000.—
Schutzdamm (beidseitig mit Bruchsteinen gesichert), 3 m hoch: 25'000.—

6.4.4 Massnahme 4: Schutz der Lager- und Vorplätze Forst bis Transport Kälin

Das Massnahmenkonzept sieht einen massiven Schutzdamm vor. Der Schutzdamm kann aus Aushubmaterial, welche zugeführt wird, geschüttet werden. Oder es wird Aushub aus dem Gehängeschuttkegel im Bereich des Holzplatzes verwendet. Der Schutzdamm muss bergseitig mit einem steilen Blocksatz gesichert werden (Überrollschutz). Der Schutzdamm weist je nach Standort eine minimale Nutzhöhe von 3.0 bis 4.0 m auf. Die Krone muss so weit wie möglich von Hangfuss entfernt zu stehen kommen, mind. aber 5.0 m. Je weiter der Damm von Hangfuss entfernt erstellt wird, desto weniger hoch muss er gebaut werden. Der Damm weist eine Basisbreite von rund 7.0 bis 8.0 m auf.

Der massgebende Nachteil dieser Massnahme besteht ganz klar im Verlust von Vor- und Lagerplätzen. Es geht ein Streifen von rund 12 bis 14 m (!) m verloren. Der verbleibende Raum hinter den Lager- und Garagengebäuden beträgt noch rund 6.0 m.

Dringlichkeit: 1. bis 2. Priorität
Gesamtlänge: 110 m
Kosten Schutzdamm: Fr. 100'000.—

6.4.5 Massnahme 6: Schutz Portal Felsenkeller

Das Portal kann nur mit einem massiven Schutzdach gesichert werden. Diese kann analog dem gedeckten Unterstand (Massnahme 4) erstellt werden oder der Schutz wird mit einem massiven, horizontal versetzten Schutznetz mit einem Steinschlagaufnahmevermögen von rund 2000 kJ erreicht werden. Die Verankerung eines solchen Schutznetzes ist sehr komplex.

Bis der Schutz erstellt wurde, sollten die Felsenkellerräume nicht mehr für Gesellschaftsanlässe genutzt werden. Das Personenrisiko ist sehr hoch!

Dringlichkeit: 1. Priorität
Gesamtlänge: 10 m
Kosten Schutzdach: Fr. 100'000 bis 150'000.—

6.4.6 Massnahme 7: Schutz Pistolenstand

Zum Schutz des Pistolenstandes kann ein einfacher Schutzdamm analog Massnahme 4 erstellt werden.

Dringlichkeit: 2. Priorität

Gesamtlänge: 20 m

Kosten Schutzdamm: Fr. 20'000.—

7. Zusammenfassung und weiteres Vorgehen

Im Rahmen dieses Vorprojektes wurden die Grundlagen für mögliche Schutzmassnahmen aufgezeigt. Verschiedene Bereiche der Bauzonen sowie einzelne Gebäude befinden sich im roten Gefahrenbereich. Trotz der erkannten Gefährdung werden keine extrem hohen Personenrisiken ausgewiesen. Unter dem Aspekt der Kosten-Wirksamkeit können aus diesem Grund auch keine sehr teuren Massnahmen realisiert werden.

Die günstigsten Massnahmen sind Schutzdämme, welche bergseitig mit Bruchsteinmauern gesichert werden. Der Kronenabstand muss aber vom Felswandfuss einen Mindestabstand von rund 5.0 bis 7.0 m aufweisen – andernfalls können die Dämme übersprungen werden. Die Schutzdämme benötigen zudem einen Landstreifen von mind. 7.0 bis 8.0 m. Entsprechend viel Boden geht für deren Erstellung verloren.

Alternative Lösungen sind viel teurer. Beim Werkhof des EW sowie beim Portal des Felsenkellers könnte der gefährdete Raum durch einen galerieartigen Bau gesichert werden. So können die Zugänge gesichert und die Platzverluste eliminiert werden. Solche Massnahmen sind aber nicht kosteneffizient und können somit vermutlich auch nicht mit forstlichen Subventionen unterstützt werden.

Bei den zuständigen Behörden ist zudem zu klären, ob die Erstellung einer solchen Baute innerhalb des roten Gefahrengbietes überhaupt zulässig ist.

Damit mögliche Schutzbauten konkretisiert (Erstellung eines Bauprojektes) werden können, sind folgende Entscheide / Stellungnahme notwendig:

- Vorentscheid Auftraggeberin: Soll auf Basis der vorliegenden Erkenntnisse ein Schutzbauprojekt realisiert werden?
- Können / Sollen die Schutzmassnahmen auf einzelne Punkte eingegrenzt und entsprechend reduziert werden?
- Wie soll die "neue" Gefahrenkarte umgesetzt werden, Umgang mit der "neuen" Situation, dass Bauten innerhalb des roten Gefahrengbietes bestehen → Entscheid zusammen mit der Fachstelle Naturgefahren und Gemeinde Näfels notwendig.
- Auswirkung auf die Bauauflage für die Realisierung von Schutzmassnahmen.
- Dürfen innerhalb des roten Gefahrengbietes überhaupt Schutzbauten erstellt werden, welche zusätzlich anderwärtig genutzt werden?
- Wie sollen die übrigen Betroffenen Landeigentümer in das Projekt einbezogen werden (Umsetzung eines gesamtheitlichen Schutzkonzeptes oder individuelle Lösungen)?

Ziegelbrücke, 11. Januar 2010

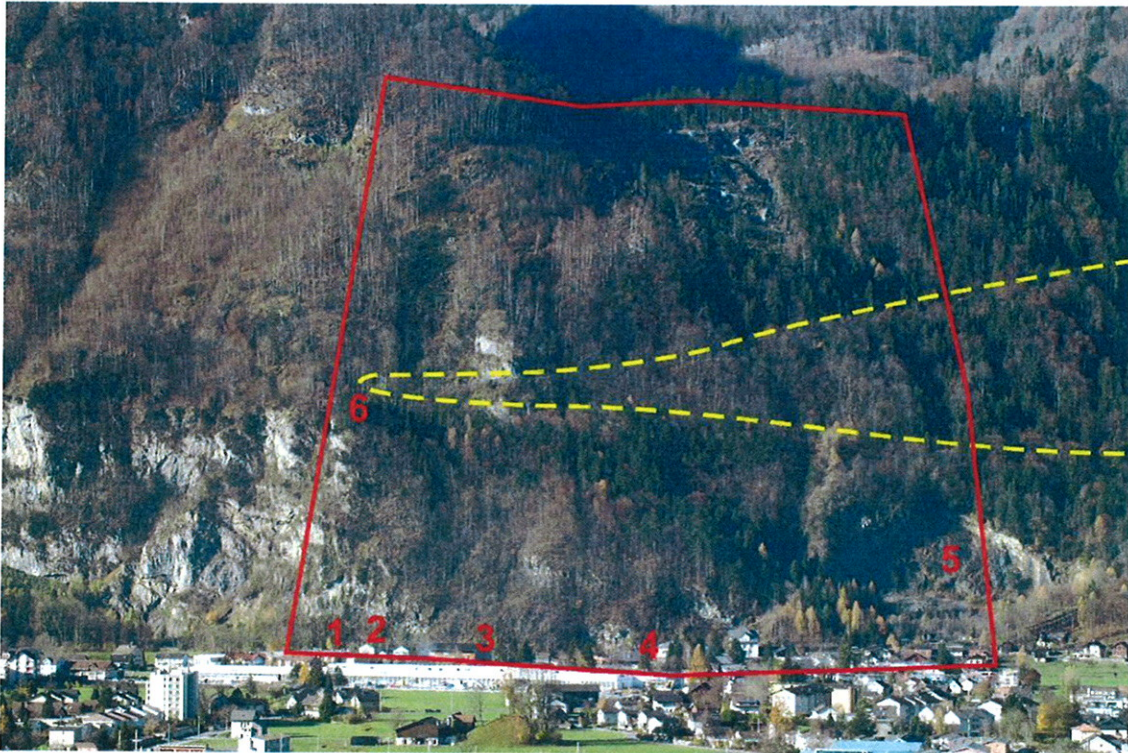
A. + T. MARTY AG
BERATENDE INGENIEURE
BAU UMWELT ENERGIE



M. Gächter

Übersicht Untersuchungsperimeter

Bild 1 (20091119_13b):



Rot umrandet: Untersuchungsperimeter

Gelb strichliert: Strasse ins Obersee-Tal

1 Eingang Felsenkeller

2 Kälin Transporte

3 Forstbetrieb

4 EW / Werkhof Näfels

5 Stillgelegter Steinbruch Risi

6 Hörelirank

